

**การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพยุง
ของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)
ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

**The Development of Science Learning Achievement on Fluid pressure
and Buoyancy Force Topic for K-8 Students Using Inquiry-based Learning
(5Es), Predict-Observe-Explain Techniques and Computer Simulation**

จิราวรรณ รักคง¹ , วิทัศน์ ผักเจริญผล² และ ศักดิ์สิทธิ์ ใจผ่อง³

Jirawun Rakkong¹ , Witat Fakcharoenpol² and Saksit Jaiphong³

(วันรับบทความ : 2 มีนาคม 2564/วันแก้ไขบทความ : 22 เมษายน 2564/วันตอบรับบทความ : 25 พฤษภาคม 2564)

(Received Date : March 2nd 2021, Revised Date : May 22nd 2021, Accepted Date : June 25th 2021)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 104 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้วิจัยในครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว

¹ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Education and Development sciences, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

E-mail : jirawun2010@gmail.com

² คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

Education and Development sciences, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

E-mail : feduwtf@ku.ac.th

³ โรงเรียนท่ามะหว้าวิทยาคม 144 ตำบลท่ามะกา อำเภوتاมะกา จังหวัดกาญจนบุรี 71120

Thamakawitthayakom School 144, Thamaka, Kanchanaburi 71120, Thailand

E-mail : s4ksit@gmail.com

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทดสอบโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที แบบการทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดผลการทดลอง 2 ครั้ง และแบบการเปรียบเทียบข้อมูล 1 กลุ่ม กับค่ามาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es), เทคนิค POE, การใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์, ความดันและแรงพยุงของของเหลว

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare learning achievement on fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students through using inquiry-based learning (5Es), predict-observe-explain techniques and computer simulation between pre-learning and post-learning, and 2) to compare learning achievement on fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students through using inquiry-based learning (5Es), predict-observe-explain techniques and computer simulation between after learning with 70% criterion. The sample were 104 K-8 students from 3 classrooms. They are purposively selected. The instruments for research consisted of 1) lesson plans on fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students through using inquiry-based learning (5Es), predict-observe-explain techniques and computer simulation, and 2) science achievement test on fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students (10 multiple-choice questions). The data of this study were analyzed by using Mean, Standard Deviation, t-test for Dependent sample and t-test for One sample. The results of the study revealed that 1) post-learning of fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students through using inquiry-based learning (5Es), predict-observe-explain techniques and computer simulation higher than pre-learning with statistical significance at the level of .05 and 2) post-learning of fluid pressure and buoyancy force topic for K-8 students through using inquiry-based learning (5Es), predict-observe-explain techniques and computer simulation higher than the criteria of 70 percent with statistical significance at the level of .05

Keyword : Inquiry-based Learning (5Es), Predict-Observe-Explain Techniques, Computer Simulation, Fluid pressure and Buoyancy Force, K-8

บทนำ (Introduction)

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น มุ่งให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ในการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งหวังให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และมีทักษะสำคัญในการค้นคว้า สร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

จากรายผลการประเมินการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2562 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 24.46 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 และจากการสัมภาษณ์คุณครูศักดิ์สิทธิ์ ใจผ่อง (คุณครูพี่เลี้ยง) พบว่านักเรียนส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในเนื้อหาเรื่องความดันและแรงพุ่งของของเหลว สืบเนื่องจากคะแนนการทดสอบรายจุดประสงค์ของนักเรียน ซึ่งได้คะแนนต่ำกว่าเนื้อหาอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน เหตุผลที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความดันและแรงพุ่ง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในเรื่องความดันของของเหลว พบแนวคิดคลาดเคลื่อนดังต่อไปนี้ แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุจะมีทิศทางขึ้นในแนวตั้งเท่านั้น (Engel Clough & Driver, 1985) ซึ่งแนวคิดที่ถูกต้อง คือ ของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง โดยจะตั้งฉากกับผิววัตถุ และแนวคิดคลาดเคลื่อนที่กล่าวว่า ความดันของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ โดยน้ำที่มีปริมาณมากจะมีความดันมาก (Kiray et al., 2015) โดยแนวคิดที่ถูกต้อง คือ ความดันของน้ำไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ แต่ขึ้นอยู่กับความลึกจากผิวน้ำ และความหนาแน่นของของเหลว ส่วนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงพุ่งของของเหลว การเข้าใจว่าวัตถุที่จมในน้ำ เนื่องจากไม่มีแรงพุ่ง แต่แท้จริงแล้วของเหลวมีแรงพุ่งกระทำต่อวัตถุแต่มีขนาดน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุจึงจม และแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ว่าเมื่อวัตถุจมมิดทั้งก้อนในของเหลวแล้ว ถ้าวัตถุจมลึกลงไปอีก แรงพุ่งของของเหลวจะเพิ่มขึ้น (Kiray et al., 2015) ซึ่งแนวคิดที่ถูกต้อง คือ เมื่อวัตถุจมมิดทั้งก้อนในของเหลวแล้ว ถ้าวัตถุจมลึกลงไปอีก แรงพุ่งของของเหลวจะเท่าเดิม เพราะปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมเท่าเดิมไม่ว่าจมลึกลงไปเท่าใดก็ตาม และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าวัตถุที่ลอยน้ำได้ เพราะน้ำหนักของวัตถุน้อยกว่าแรงพุ่งของน้ำ (Kiray et al., 2015) แนวคิดที่ถูกต้อง คือ วัตถุที่ลอยน้ำเนื่องจากน้ำหนักของวัตถุและแรงพุ่งของน้ำมีค่าเท่ากัน เพราะแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รู้จักการค้นคว้าหาความรู้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง (กฤษฎา พันธ์ชัย พันธ์ดา มาตราช สุภาพ ตาเมือง และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558) โดยประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการวิเคราะห์และสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงหรืออธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2546) การจัดการเรียนรู้แบบ POE เสนอโดย White and Gunstone (1992) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย คือ สามารถช่วยให้ผู้สอนเข้าใจการคิดของผู้เรียนและช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามดูการเปลี่ยนแปลงความคิดของผู้เรียน (พิริยา พงษ์ภักดี และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ, 2556) การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สำรวจและค้นหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนเอง นักเรียนได้วางแผนและลงมือปฏิบัติ รวมถึงอธิบาย เปรียบเทียบระหว่างการทำนายกับผลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล เป็นรูปแบบที่กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในการเรียนรู้ และเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น (Kearney, 2004)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และพัฒนาความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และจากการศึกษางานวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่องปฏิกิริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนักเรียนมีทักษะการทดลองเฉลี่ยร้อยละ 78.57 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก แสดงว่าการสอดแทรกเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบายเข้าไปในชั้นสร้างความสนใจของการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ (กฤษฎา พันธ์ชัย พันธ์ดา มาตราช สุภาพดาเมือง และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2558)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เอ็ดเวิร์ค (Edward, 1997) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องทดลอง โดยการวิจัยได้นำคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ ไปใช้โดยเชื่อว่าผลการทดลองจะทำให้เข้าใจความเกี่ยวข้องกันระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 28 คน เรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มควบคุม 28 คนเรียนจากการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์มีความสามารถดีกว่ากลุ่มควบคุม และเห็นว่าการจำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการเป็นประโยชน์ และง่ายต่อการฝึก แต่จะไม่มีผลอย่างเต็มที่เท่ากับการฝึกจริงในสถานการณ์จริง แต่ก็เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่เริ่มต้นเพราะการจำลองสถานการณ์จะสร้างประสบการณ์ก่อนไปเจอสถานการณ์จริง

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย (Scope of research)

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ตำบลท่ามะกา อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 345 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ตำบลท่ามะกา อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 จำนวนทั้งสิ้น 104 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ความดันและแรงพุงของของเหลว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ม.2/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว

ตัวชี้วัด ม.2/4 วิเคราะห์แรงพุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ตัวชี้วัด ม.2/5 เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลว

4. ระยะเวลาในการทำการศึกษา ผู้วิจัยได้ทำศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการจัดการเรียนในคาบเรียนปกติ 3 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 2 สัปดาห์

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลอง บนคอมพิวเตอร์

5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว

วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รูปแบบงานวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (pre-experimental design) แบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลัง (one-group pretest-posttest design)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย


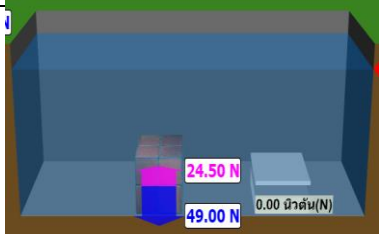
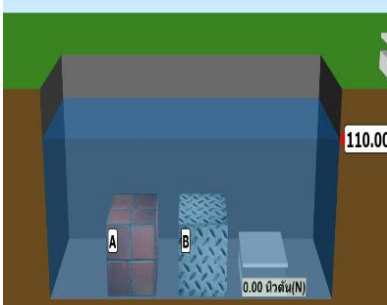
1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว จำนวน 2 แผน รวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบเนื้อหาเรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว

องค์ประกอบเนื้อหา	เวลา (จำนวนชั่วโมง)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความดันของของเหลว	
- แรงดันจากน้ำมีทิศทางอย่างไร	2
- ปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว	
- การนำหลักการความดันของของเหลวไปใช้ประโยชน์	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงพยุงของของเหลว	
- การจมการลอย	4
- การหาขนาดของแรงพยุง	
- ปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงพยุง	
- การนำหลักการแรงพยุงไปใช้ประโยชน์	

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ และการวัดการประเมินผล โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ได้ค่า IOC = +1.00 ทุกรายการ

ตารางที่ 2 ตารางแสดงตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้ในแผนจัดการเรียนรู้

แนวคิดคลาดเคลื่อน	ภาพกิจกรรม	คำถามที่ใช้	แนวคิดที่ถูกต้อง
น้ำที่มีปริมาณมากจะมี ความดันมาก		ให้นักเรียนทำนายว่า ถ้าเติมน้ำลงในขวดที่เจาะรูไว้ โดยน้ำมีระดับความสูงเดียวกันจากกัน ขวด จากนั้นดึงเทปกาวออก นักเรียนคิดว่าน้ำทั้ง 2 ขวดจะพุ่งได้แตกต่างกัน หรือไม่อย่างไร	ความดันของน้ำไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ แต่ขึ้นอยู่กับความลึกจากผิวหน้า โดยที่ระดับความลึกเดียวกันความดันของน้ำนั้นจะเท่ากัน
วัตถุที่จมในน้ำ เนื่องจากไม่มีแรงพยุง		นักเรียนคิดว่าวัตถุที่จมในน้ำมีแรงพยุงหรือไม่ เพราะอย่างไรจึงคิดเช่นนั้น	เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวของเหลวจะมีแรงพยุงกระทำต่อวัตถุ แต่มีขนาดของแรงพยุงน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ วัตถุจึงจม
แนวคิดคลาดเคลื่อน	ภาพกิจกรรม	คำถามที่ใช้	แนวคิดที่ถูกต้อง
ขนาดของแรงพยุงขึ้นอยู่กับวัสดุของวัตถุ		ให้นักเรียนทำนายว่า เมื่อใส่ วัตถุ และ อะลูมิเนียม ที่มีปริมาตรเท่ากัน แต่มวลต่างกัน ลงในน้ำขนาดแรงพยุงจะเป็นอย่างไร (อะลูมิเนียมมีน้ำหนักมากกว่า)	ขนาดของแรงพยุงไม่ขึ้นอยู่กับวัสดุของวัตถุ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาตรในส่วนของจมในของเหลว โดยปริมาตรในส่วนที่จมเท่ากันขนาดของแรงพยุงมีค่าเท่ากัน

สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET)
เรื่อง Buoyancy

สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET)
เรื่อง Buoyancy

2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 25 ข้อ เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้าง ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) รวมทั้งฉบับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 7 ที่เคยเรียน เรื่อง ความดันและแรงพยุงของของเหลว และนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0 – 0.08 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0 - 0.67 เลือกค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงของแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ ดังนี้ ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.08 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.27

– 0.67 และหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 ของ Kuder Richardson 20 ได้เท่ากับ 0.74 โดยผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 10 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 25 ข้อ

กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

2. จัดการเรียนรู้ด้วยแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ใช้เวลาในการสอนทั้งสิ้น 6 คาบเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ขณะจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน ตรวจสอบและให้คำแนะนำการทำกิจกรรมและใบงานต่าง ๆ

3. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว จากการทำแบบทดสอบทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน นำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐานและนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติอ้างอิงค่าที (t-test) แบบการทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดผล การทดลอง 2 ครั้ง ก่อนและหลังการทดลอง (dependent sample t-test)

2. นำผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว จากการทำแบบทดสอบทางการเรียนหลังเรียน นำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติอ้างอิงค่าที (t-test) แบบการทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดผลการทดลอง 1 ครั้ง เปรียบเทียบกับมาตรฐาน (one-sample t-test) เป็นการทดสอบทางเดียว (one-tailed test)

ผลการวิจัย (Result)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 104 คน ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2563 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	*ค่า t	sig.
ก่อนเรียน	10	2.67	1.55	22.88	.000
หลังเรียน	10	7.45	1.73		

จากตารางที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ พบว่าคะแนนผลการเรียนรู้เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลวของนักเรียนหลังเรียนด้วยด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ($\bar{x} = 7.45$ และ S.D. = 1.73) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลการเรียนรู้อ่อนเรียน ($\bar{x} = 2.67$ และ S.D. = 1.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ท่ามะกาวิทยาคม ปีการศึกษา 2563 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

คะแนน	เกณฑ์ (ร้อยละ)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	*t	Sig.
หลังเรียน	70	10	7.45	1.73	5.673	.000

จากตารางที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าคะแนนผลการเรียนรู้เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลวของนักเรียนหลังเรียนด้วยด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ ($\bar{x} = 7.45$) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ($\bar{x} = 7$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผล (Conclusion and Discussion)

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลว ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเทคนิค POE และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (\bar{x} = 7.45, S.D. = 1.73) ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน (\bar{x} = 2.67, S.D. = 1.55) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง ความดันและแรงพุงของของเหลวได้อย่างถูกต้อง โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยให้นักเรียนปรับความเข้าใจเดิมที่เข้าใจคลาดเคลื่อนมาก่อน เช่น นักเรียนมีความเข้าใจว่า “วัตถุที่จมในของเหลวเนื่องจากไม่มีแรงพุง” แต่หลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะเข้าใจได้ว่า “เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว ของเหลวจะมีแรงพุงกระทำต่อวัตถุ แต่มีขนาดของแรงพุงน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ วัตถุจึงจม” ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น เพราะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คำถามสร้างความสนใจและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในชั้นสร้างความสนใจร่วมกับกิจกรรมทำนายทำให้นักเรียนตื่นตัว สนใจในการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2563) ที่รายงาน ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนร้อยละ 76.22 (ค่าเฉลี่ย 21.34

และ S.D. 1.80) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีคะแนนร้อยละ 24.91 (ค่าเฉลี่ย 6.98 และ S.D. 1.94) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พิริยา พงษ์ภักดี และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ, 2556) ที่รายงาน ว่า นักเรียนร้อยละ 75.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าการสอนโดยใช้วิธี ทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ตลอดจนการนำสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ นักเรียนต้องมีแรงจูงใจ และต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มีส่วนร่วมกับเนื้อหาอย่างกระตือรือร้น ซึ่งสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้

(Wieman et al., 2008) โดยผู้วิจัยเลือกสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย คือ เรื่องความดันและแรงพยุ่งของของเหลว ซึ่งสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) ได้มีการแสดงในเรื่องของทิศทางของแรงพยุ่ง ปัจจัยที่ส่งผลต่อขนาดแรงพยุ่ง โดยนักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการควบคุมระบบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสื่อประเภทอื่นที่นักเรียนไม่สามารถควบคุมหรือหรือดูการเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Prima et al., 2018) การพัฒนาความเข้าใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะ โดยการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) การวิจัยโดยการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งใช้สื่อการสอนในการจัดกิจกรรมที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) และให้กลุ่มควบคุมใช้สื่อการสอนการนำเสนอ Power Point ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) มีเข้าใจแนวคิดเรื่อง ระบบสุริยะของได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน 74.76 สูงกว่ากลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน 68.09

ข้อเสนอแนะ (Recommendation)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการใช้เทคนิคทำนายสังเกต อธิบาย ในขั้นทำนาย นักเรียนบางคนไม่ทราบว่าจะต้องทำนายอะไรจากกิจกรรม ดังนั้นผู้สอนต้องตั้งคำถาม หรือยกตัวอย่างแนวคำตอบให้กับผู้เรียน โดยสิ่งสำคัญในขั้นตอนของการทำนายนี้นักเรียนต้องมีเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง ผู้สอนจะไม่ได้เห็นตรงคำตอบไม่ถูก แต่เน้นส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลอธิบายความคิดเห็นของตนเองตอนทำนาย และพยายามหาเหตุผลมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นหลังทำการทดลอง โดยให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียน นักเรียนไม่ควรแก้ไขคำตอบของการทำนายหลังจากมีการทดลอง แต่ควรนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนหลังจากการทดลอง และการใช้สถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ (PhET) ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดปัจจัย เลือกวัด ตามความสนใจของนักเรียนเอง

เอกสารอ้างอิง (References)

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กฤษฎา พันธ์ชัย พันธ์ดา มาตราช สุภาพ ตาเมือง และศักดิ์ศรี สุภาจร. (2558). ความเข้าใจโมเดลและแบบจำลองทางความคิด เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 1(1), 49-60.
- ณัฐนันท์ เฉลียวพงษ์ และศักดิ์ศรี สุภาจร. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับเทคนิคการทำนาย-สังเกต-อธิบาย. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(2), 17-30.
- พริยา พงษ์ภักดี และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ. (2556). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 36(2), 74-83.



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: อรุณสภาคัดพร้าว.

Edward, Norris S. (1997). Computer Based Simulation of Laboratory Experiments. *British Journal of Educational Technology*, 28(1), 51-63.

Engel Cough, E. & Driver, R. (1985). What Do Children Understand about Pressure in Fluids? *Research in Science and Technology Education*, 3(2), 133-134

Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia-supported predict-observe-explain tasks in a social constructivist learning environment. *Research in Science Education*, 34(4), 427–453.
<https://doi.org/10.1007/s11165-004-8795-y>

Kiray, S. A., Aktan, F., Kaynar, H., Kilinc, S., & Gorkemli, T. (2015). A descriptive study of pre-service science teachers' misconceptions about sinking-floating. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(2).

Prima, E. C., Putri, A. R., & Rustaman, N. (2018). Learning solar system using PhET simulation to improve students' understanding and motivation. *Journal of Science Learning*, 1(2), 60.
<https://doi.org/10.17509/jsl.v1i2.10239>

Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). Physics. PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>

Translated Thai References

Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Press.

Pananchai, K., Matarat, P., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Eleventh grade students' conceptual understanding and mental models on chemical equilibrium from learning by using inquiry incorporated with predict-observe-explain technique. *Journal of Science and Science Education*, 1(1), 49-60.

Chaliawpong, N., and Supasorn, S. (2020). Development of Learning Achievement and Experimental Skills on Chemical Reactions by Using 5Es Inquiry Learning Incorporated with POE Technique. *Journal of Education Khon Kaen University*, 43(2), 17-30.

Pongpak, P., ana Ruangsawan, C. (2013). The Development of Analytical Thinking about The Earth's Surface Changing using Predict - Observe - Explain (POE) Approach for Grade 6 Student. *Journal of Education Khon Kaen University*, 36(2), 74-83.